

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 588**

51 Int. Cl.:

**B60T 8/17**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2007 E 07873686 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2109558**

54 Título: **Interbloqueo de frenado automático para un sistema eléctrico de frenos para aeronaves**

30 Prioridad:

**22.12.2006 US 615793**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**26.05.2015**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**GRIFFITH, T. TODD;  
YAMAMOTO, DAVID T. y  
UTA, ANDREEA D.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 536 588 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Interbloqueo de frenado automático para un sistema eléctrico de frenos para aeronaves

5 CAMPO TÉCNICO

Los modos de realización de la presente invención están relacionados generalmente con un sistema eléctrico de frenos para una aeronave. Más en particular, los modos de realización de la presente invención están relacionados con un sistema de interbloqueo automático de frenos para un sistema eléctrico de frenos de una aeronave.

10 ANTECEDENTES

Muchos aviones utilizan sistemas de frenos que tienen mecanismos de freno que son controlados por un cable directo o arquitecturas de control hidráulico. Los aviones modernos comienzan a sustituir los sistemas convencionales accionados por cable y los sistemas de freno de la aeronave accionados hidráulicamente por sistemas de freno accionados eléctricamente y sistemas de freno controlados eléctricamente. Un sistema de frenos de una aeronave debe ser diseñado con características de seguridad que impidan el frenado accidental (es decir, la aplicación de los frenos en ausencia de una orden legítima de frenado del piloto o de un sistema automatizado de la aeronave. Más aún, un sistema de frenos de una aeronave debe incluir una redundancia de proceso suficiente para proporcionar un control fiable de los frenos y su robustez.

20 La publicación internacional WO 00/69721 A divulga un sistema de control de frenos para una aeronave que proporciona un doble control redundante de frenado de ruedas accionado hidráulicamente, y comprende una unidad de control y un canal de monitor.

25 Documento US3290204 de BOEING INC - Un sistema de frenado automático que proporciona un frenado automático de la aeronave cuando se inicia un RTO (despegue rechazado). Cuando está armada, la lógica RTO recibe entradas desde unos sensores de posición de la palanca del inversor de empuje, sensores de aire/tierra, sensores de presión de freno manual y el interruptor de armado de frenado automático. La lógica RTO combina estas entradas para proporcionar señales eléctricas al sistema de control de frenado automático, que a su vez proporciona el frenado automático de la aeronave.

30 Documento EP1690787 de HONEYWELL - Un sistema de frenado incluye un sistema de control de frenos (BCS) (26) que tiene una primera entrada (30) y una segunda salida (32), un primer controlador (34) que tiene una entrada (38) de órdenes de frenado conectada a la primera entrada (30) del BCS, una entrada directa (36) de habilitación, una entrada indirecta (44) de habilitación, una salida (40) del activador y una salida indirecta (42) de habilitación, un segundo controlador (50) que tiene una entrada (54) de órdenes de frenado conectada a la segunda salida (32) del BCS, una entrada (52) de habilitación directa, una entrada (60) de habilitación indirecta, una salida (56) del activador y una salida (58) de habilitación indirecta. El primer controlador (34) produce una señal de habilitación indirecta en la primera salida (42) de habilitación indirecta del primer controlador, cuando se recibe una señal de habilitación directa en la primera entrada (36) de habilitación del primer controlador y se recibe una señal de órdenes de frenado en la entrada (54) de órdenes de frenado, y produce una señal de accionamiento del activador en la salida (40) del activador del primer controlador, cuando hay presente una señal de habilitación directa en la entrada (52) de habilitación directa del primer controlador y hay presente una señal de habilitación indirecta en la entrada (44) de habilitación indirecta del primer controlador, y se recibe una orden de frenado en la entrada (38) de órdenes de frenado del primer controlador.

45 BREVE SUMARIO

En un primer aspecto de la invención, se proporciona una configuración de control para un interbloqueo automático de frenos para un sistema eléctrico de frenos de una aeronave, como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones anexas.

50 En un segundo aspecto, se proporciona un método para proporcionar un interbloqueo automático de frenos para un sistema eléctrico de frenos de una aeronave, como se define en la reivindicación 9.

55 En un tercer aspecto, se proporciona un sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos para una aeronave, como se define en la reivindicación 13.

60 En los modos de realización, un sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos para uso en una aeronave incluye una configuración de interbloqueo automático de frenos que controla si se suministra o no la alimentación operativa a los accionamientos del freno eléctrico que gobierna el frenado de las ruedas. La configuración de interbloqueo automático de frenos incluye una arquitectura de control de la alimentación basada en hardware, que regula la alimentación operativa de los mecanismos de freno, en paralelo con una arquitectura de órdenes basada en software, que genera señales de control del mecanismo de frenos. En un modo de realización, se emplea una pluralidad de tales configuraciones de interbloqueo de una manera independiente para una pluralidad de frenos de las ruedas (o para una pluralidad de grupos de frenos de las ruedas), que proporcionan fiabilidad y robustez. El sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos hace uso de datos del ángulo de resolución del acelerador (TRA) para activar al interbloqueo automático de frenos y habilitar/deshabilitar la aplicación del frenado automático.

Los datos TRA son utilizados por los motores de la aeronave y están disponibles en el sistema de comunicaciones digitales de la aeronave. En la práctica, el diseño del frenado automático puede hacer uso de la arquitectura de red ya presente en el avión (puede no haber elementos añadidos de diseño del transporte de datos para uso exclusivo del frenado automático).

5 El aspecto anterior y otros aspectos de la invención se pueden llevar a cabo en un modo de realización por medio de una configuración de control de un sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos de una aeronave. La configuración de control incluye una arquitectura de control de alimentación del accionamiento configurada para procesar las señales de entrada del frenado automático y para habilitar/deshabilitar la alimentación operativa para el  
10 accionamiento de los frenos del sistema eléctrico de frenos. La configuración de control incluye también una arquitectura de órdenes de frenado automático en paralelo con la arquitectura de control de la alimentación del accionamiento. La arquitectura de órdenes de frenado automático está configurada para procesar las señales de entrada de frenado automático y para generar una orden de control del accionamiento del freno como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático del sistema eléctrico de frenos. La arquitectura de control de  
15 alimentación del accionamiento es capaz de impedir el accionamiento de los frenos, independientemente de la arquitectura de órdenes del frenado automático.

El aspecto anterior y otros aspectos de la invención se pueden llevar a cabo en otro modo de realización por un método para proporcionar el interbloqueo automático de frenos de un sistema eléctrico de frenos de una aeronave.  
20 El método implica la recepción de datos de accionamiento del frenado automático, el proceso de los datos de accionamiento del frenado automático y si los datos del accionamiento del frenado automático no indican una condición de aplicación del frenado automático, la regulación de la alimentación operativa de un mecanismo de freno para inhabilitar temporalmente el mecanismo del freno. Concurrentemente, e independientemente de este esquema de control de alimentación, el método procesa los datos de accionamiento del frenado automático y, si los datos del  
25 accionamiento del frenado automático no indican la condición de aplicación del frenado automático, el método impide el accionamiento del mecanismo del freno. El método proporciona el control del accionamiento del mecanismo de frenos y en particular de los accionamientos del freno eléctrico, si suceden concurrentemente las dos acciones siguientes: se proporciona alimentación operativa para habilitar los accionamientos del freno eléctrico, y se ordena un control del accionamiento del freno como respuesta a una condición de aplicación legítima del frenado automático.  
30

El anterior y otros aspectos de la invención se pueden llevar a cabo en otro modo de realización por un sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos para una aeronave. El sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos incluye un mecanismo de frenos para una rueda de una aeronave y una arquitectura de control del frenado automático acoplada al mecanismo de freno. La arquitectura de control del frenado automático incluye un control de órdenes del frenado automático, configurado para generar señales de órdenes para el mecanismo de frenos y en particular para los accionamientos del freno eléctrico, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático, y un mecanismo de interbloqueo configurado para regular la potencia operativa del mecanismo de frenos y en particular para los accionamientos del freno eléctrico, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático. El mecanismo de interbloqueo opera concurrentemente con la operación del control de órdenes del frenado automático, e independiente del control de órdenes del frenado automático.  
35 40

Se proporciona el sumario para introducir una selección de conceptos de una forma simplificada que se describen con más detalle a continuación en la descripción detallada. Este sumario no pretende identificar las características clave o características esenciales de la materia objeto reivindicada, ni pretende ser utilizado como ayuda para determinar el alcance de la materia objeto reivindicada.  
45

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Se puede obtener una comprensión más completa de la presente invención haciendo referencia a la descripción detallada y a las reivindicaciones, cuando se consideran conjuntamente con las figuras siguientes, en las que las referencias numéricas similares se refieren a elementos similares a lo largo de las figuras.

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema eléctrico de frenos de una aeronave;  
55 La figura 2 es un diagrama que ilustra los canales de procesos independientes de un sistema eléctrico de frenos para una aeronave;  
La figura 3 es una representación esquemática de una parte de un sistema eléctrico de frenos para una aeronave;  
La figura 4 es una representación esquemática de un sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos para una parte de un sistema eléctrico de frenos de una aeronave; y  
60 La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de interbloqueo automático de frenos para un sistema eléctrico de interbloqueo automático de frenos de una aeronave.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

65 La siguiente descripción detallada es meramente ilustrativa en naturaleza y no pretende limitar los modos de realización de la invención o la aplicación y usos de tales modos de realización. Además, no hay intención de limitarse por ninguna teoría expresada o implicada presentada en el campo técnico precedente, en los antecedentes,

en el breve resumen o en la descripción detallada siguiente.

Los modos de realización de la invención pueden describirse aquí en términos de componentes de bloques funcionales y/o lógicos y varios pasos de proceso. Debe apreciarse que tales componentes de bloques pueden ser realizados por cualquier número de componentes de hardware, software y/o firmware configurados para realizar funciones específicas. Por ejemplo, un modo de realización de la invención puede emplear diversos componentes de circuitos integrados, por ejemplo, elementos de memoria, elementos de proceso de señales digitales, elementos lógicos, tablas de consulta, o similares, que pueden llevar a cabo una diversidad de funciones bajo el control de uno o más microprocesadores u otros dispositivos de control. Además, los expertos en la técnica apreciarán que los modos de realización de la presente invención pueden ser puestos en práctica conjuntamente con una diversidad de sistemas de frenos diferentes para aeronaves y configuraciones de aeronaves, y que el sistema aquí descrito es meramente un ejemplo de modo de realización de la invención.

Por razones de brevedad, las técnicas y componentes convencionales relacionados con el proceso de señales, los sistemas de frenos para aeronaves, controles de los sistemas de frenos y otros aspectos funcionales de los sistemas (y los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no ser descritos aquí en detalle. Además, las líneas de conexión ilustradas en las diversas figuras aquí contenidas pretenden representar relaciones funcionales ejemplares y/o acoplamientos físicos entre los diversos elementos. Debe indicarse que en un modo de realización de la invención pueden estar presentes muchas relaciones funcionales o conexiones físicas alternativas o funcionales.

La descripción siguiente se refiere a elementos o nodos o características que están “conectados” o “acoplados” conjuntamente. Según se utiliza aquí, a menos que se exprese lo contrario, “conectado” significa que un elemento/nodo/característica está directamente unido (o se comunica directamente) con otro elemento/nodo/característica, y no necesariamente de forma mecánica. De igual manera, a menos que se exprese lo contrario, “acoplado” significa que un elemento/nodo/característica está directa o indirectamente unido (o se comunica directa o indirectamente) con otro elemento/nodo/característica y no necesariamente de forma mecánica. Por tanto, aunque las figuras 1 – 3 representan configuraciones ejemplares de elementos, los elementos, dispositivos, características o componentes participantes, pueden estar presentes en un modo de realización de la invención.

Una aeronave, como se describe en esta memoria, emplea un sistema eléctrico de frenos, que puede ser alimentado por cualquier fuente de alimentación adecuada, tal como la batería principal de la aeronave, o una fuente de alimentación activa de la aeronave que esté operativa cuando el motor (o motores) de la aeronave están funcionando. Las aeronaves avanzadas emplean el freno automático. El freno automático es un tipo de sistema automático de frenos que libera al piloto de realizar otras tareas durante el despegue o aterrizaje en momentos en los que el sistema de frenos de la aeronave puede ser manejado por sistemas automatizados. Durante el aterrizaje, el freno automático permite al piloto supervisar otros sistemas y controlar el avión mientras el frenado se maneja automáticamente. La aeronave aplica automáticamente el frenado de las ruedas al tocar la pista. Una ventaja adicional de aplicar el frenado automático en lugar de utilizar el pedal de freno, es que se hace posible la deceleración uniforme por medio de los algoritmos de control de frenos en bucle cerrado. Se puede seleccionar el grado de frenado, y se modula automáticamente la aplicación del freno, de forma que la aeronave decelera hasta el nivel seleccionado independientemente de otros factores de deceleración tales como el arrastre de la aeronave, los inversores de empuje o los alerones. En el despegue, se puede fijar el freno automático de la aeronave en un modo de despegue rechazado (RTO). Cuando se fija el RTO, la aeronave supervisa ciertos indicadores de estado y aplica el frenado RTO dependiendo de esos indicadores. Por ejemplo, si se activa el inversor de empuje, o si el piloto devuelve ambos aceleradores a la posición de “reposo”. El sistema eléctrico de frenado automático incluye una característica de interbloqueo que es independiente de la característica de órdenes de frenado automático que genera las diversas señales de control del mecanismo de frenos. La característica de interbloqueo se configura adecuadamente para impedir la aplicación accidental de los frenos automáticos de la aeronave retirando la alimentación de activación de los accionamientos del freno eléctrico. Por tanto, aun cuando se ordene accidentalmente a los accionamientos que apliquen los frenos, la falta de alimentación de la operación hace que sean incapaces de responder a la orden accidental de frenado automático. De forma similar, si se suministra alimentación de la operación a los accionamientos, la falta de órdenes de frenado automático hace que sean incapaces de aplicar los frenos accidentalmente.

La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de modo de realización de un sistema 100 de freno eléctrico para una aeronave. En el ejemplo de modo de realización ilustrado en la figura 1, la aeronave emplea una arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico y una arquitectura derecha 104 del subsistema de freno eléctrico que están configuradas de forma similar. Los términos “izquierda” y “derecha” se refieren a la parte de babor y estribor de la aeronave, respectivamente. En la práctica, las dos arquitecturas de subsistemas 102/104 pueden ser controladas independientemente de la manera que se describe a continuación. Por razones de simplicidad, a continuación se describirá en detalle solamente la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico. Debe apreciarse que la descripción siguiente se aplica también a la arquitectura derecha 104 del subsistema de freno eléctrico.

Para el desarrollo de este ejemplo, la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico incluye

5 generalmente: una palanca 106 de aceleración; una unidad 110 de control del sistema de frenos (BSCU); un control 112 de accionamiento del freno eléctrico fuera bordo (EBAC) acoplado a la BSCU 110; un EBAC 114 de a bordo acoplado a la BSCU 110; un grupo de ruedas fuera bordo que incluye una rueda 116 de proa y una rueda 118 de popa; un grupo de ruedas de a bordo que incluye una rueda 120 de proa y una rueda 122 de popa; mecanismos de freno eléctrico (no ilustrados en la figura 1) acoplados a los EBAC; y concentradores de datos remotos (con número de referencia 132, 134, 136 y 138). Cada mecanismo de freno eléctrico incluye al menos un accionamiento del freno eléctrico (con número de referencia 124, 126, 128 y 130) que es controlado por el respectivo EBAC. Los mecanismos de freno eléctrico y los concentradores de datos remotos se corresponden con cada rueda de la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico. Aunque no está ilustrado en la figura 1, un modo de realización puede tener más de un mecanismo de freno eléctrico y más de un concentrador de datos remotos por rueda.

15 El sistema 100 de freno eléctrico puede ser aplicado a cualquier número de configuraciones de freno eléctrico para una aeronave, y el sistema 100 de freno eléctrico se representa de una manera simplificada para facilidad de la descripción. Un modo de realización del sistema 100 de freno eléctrico como el desarrollado puede incluir cualquier número de BSCU, cualquier número de EBAC acoplados y controlados por cada BSCU, y cualquier número de mecanismos de freno para cada rueda (o para cada grupo de ruedas). Durante el funcionamiento, el sistema 100 de freno eléctrico puede generar independientemente y aplicar señales de control de accionamiento de freno para cada rueda de la aeronave o concurrentemente para cualquier grupo de ruedas.

20 Los elementos de la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico pueden estar acoplados conjuntamente utilizando un bus de comunicaciones de datos o cualquier configuración o arquitectura de interconexión adecuada. Por ejemplo, se puede configurar un bus o buses de comunicaciones de datos digitales para comunicar las señales de control del EBAC desde la BSCU 110 a los EBAC, para comunicar las señales de control del accionamiento de los EBAC a los accionamientos de freno eléctrico 124/126/128/130, etc. En pocas palabras, la BSCU 110 reacciona a la manipulación de palancas de aceleración 106/142 y genera señales de control que son recibidas por los EBAC 112/114. A su vez, los EBAC 112/114 generan señales de control del mecanismo de frenos que son recibidas por los mecanismos de freno eléctrico y en particular por los accionamientos 124/126/128/130. A su vez, se aplican los accionamientos de freno eléctrico 124/126/128/130 para impedir o prevenir la rotación de las respectivas ruedas. Estas características y componentes se describen con más detalle a continuación.

25 Las palancas 106 y 142 de aceleración están configuradas para proporcionar entradas al sistema 100 de freno eléctrico. Un piloto puede manipular físicamente la palanca 106 y 142 de aceleración, dando como resultado la rotación o desplazamiento (es decir, alguna forma de entrada física) de la palanca 106 y 142 de aceleración. Por ejemplo, el sistema 100 de freno eléctrico (y la BSCU 110 en particular) pueden configurarse para impedir la aplicación de los frenos automáticos si las palancas de empuje no están en reposo, como se explica con detalle en el contexto de la figura 4 a continuación. Esta rotación física o ángulo de resolución de aceleración (TRA) se mide desde su posición natural por medio de uno o más sensores de la palanca de empuje, se convierte en una señal de control de la BSCU y se envía a la BSCU 110. La BSCU puede transportar una condición deseada de frenado automático para los accionamientos 124/126/128/130 de freno, o puede inhabilitar los accionamientos 124/126/128/130 de freno, como se explica con detalle en el contexto de la figura 4 a continuación.

40 Un modo de realización del sistema 100 de freno eléctrico puede utilizar cualquier número de BSCU 110. Para facilidad de la descripción, este ejemplo incluye solamente una BSCU 110. La BSCU 110 es una unidad electrónica de control que tiene incorporado el software que calcula digitalmente las señales de control del EBAC que representan las órdenes de frenado. La implementación eléctrica y el software permiten mayor optimización y adaptación del funcionamiento y sensación del frenado, si fuera necesario para un desarrollo dado de la aeronave.

45 La BSCU 110 puede ser implementada o realizada con un procesador de propósito general, una memoria direccionable de contenidos, un procesador de señales digitales, un circuito integrado de aplicaciones específicas, una serie de puertas programables en campo, cualquier dispositivo lógico programable adecuado, lógica discreta de puertas o transistores, componentes discretos de hardware, o cualquier combinación de los mismos, diseñados para efectuar las funciones aquí descritas. Se puede realizar un procesador como un microprocesador, un controlador, un microcontrolador, o una máquina de estado. Se puede implementar también un procesador como combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un procesador de señales digitales y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores conjuntamente con núcleo de procesadores de señales digitales, o cualquier otra configuración de ese tipo. En un modo de realización, la BSCU 110 se implementa con un procesador informático (tal como un PowerPC 555) que contiene el software y proporciona interfaces externos para el software.

50 La BSCU 110 supervisa las diversas entradas de la aeronave para proporcionar funciones de control tales como, sin limitación: frenado con pedal; frenado de aparcamiento; frenado automatizado; y frenado por retracción de engranajes. Además, la BSCU 110 combina órdenes antideslizamiento (que podrían ser generadas internamente o externamente con respecto a la BSCU 110) para proporcionar un funcionamiento de frenado mejorado. La BSCU 110 obtiene señales de control de órdenes del piloto desde los pedales de freno (no ilustrados en la figura 1), junto

con señales de control de órdenes adicionales, tales como la entrada desde ambas palancas 106/42 de aceleración. La BSCU 110 puede recibir también datos de control adicionales (por ejemplo, velocidad de las ruedas, dirección giratoria, presión de los neumáticos, etc.) desde los concentradores de datos remotos 132/134/136/138. La BSCU 110 procesa sus señales de entrada y genera una o más señales de control del EBAC que son recibidas por los EBAC 112/114. En la práctica, la BSCU 110 transmite las señales de control del EBAC a los EBAC 112/114 a través de un bus de datos digitales. En una arquitectura generalizada (no ilustrada), cada BSCU puede generar señales de salida independientes para uso con cualquier número de EBAC bajo su control.

La BSCU 110 está acoplada a los EBAC 112/114 en este ejemplo. Cada EBAC 112/114 puede ser implementado, efectuado o realizado de la manera descrita anteriormente para la BSCU 110. En un modo de realización, cada EBAC 112/114 se realiza con un procesador informático (tal como un PowerPC 555) que contiene el software, proporciona interfaces externos para el software, e incluye una lógica de proceso adecuada que está configurada para llevar a cabo las diversas operaciones del EBAC aquí descritas. Cada EBAC 112/114 obtiene señales de control del EBAC desde la BSCU 110, procesa las señales de control del EBAC y genera las señales de control del mecanismo de frenos (señales del accionamiento de frenos) para sus mecanismos eléctricos de freno asociados.

Especialmente, la funcionalidad de la BSCU 110 y de los EBAC 112/114 puede ser combinada en una sola característica o componente basados en procesador. A este respecto, puede considerarse la BSCU 110, EBAC 112, EBAC 114 o cualquier combinación de los mismos como una arquitectura de control de frenos para el sistema 100 de freno eléctrico. Tal arquitectura de control de frenos incluye lógica de proceso adecuadamente configurada, funcionalidad y características que dan soporte a las operaciones de control del frenado automático aquí descritas.

Cada rueda puede incluir un mecanismo asociado de freno eléctrico, y cada mecanismo de freno puede incluir uno o más accionamientos de freno eléctrico. Consecuentemente, el frenado de cada rueda puede ser controlado independientemente e individualmente por el sistema 100 de freno eléctrico. Cada accionamiento de freno eléctrico está adecuadamente configurado para recibir señales de control del accionamiento desde su respectivo EBAC, donde las señales de control del accionamiento influyen en el ajuste del accionamiento del freno eléctrico. En este modo de realización, cada accionamiento de freno eléctrico del sistema 100 de freno eléctrico está acoplado y es controlado por un EBAC. De esta manera, los EBAC 112/114 controlan los accionamientos del freno eléctrico para aplicar, liberar, modular y controlar de alguna otra manera la aplicación de los frenos de las ruedas. A este respecto, los EBAC 112/114 generan las señales de control de frenos como respuesta a las respectivas señales de control de EBAC generadas por la BSCU 110. Las señales de control de frenos están adecuadamente formateadas y configuradas para la compatibilidad con el sistema particular de frenos utilizado por la aeronave. Los expertos en la técnica están familiarizados con el mecanismo de frenos de la aeronave y con la manera general en la cual se controla el freno, y tales aspectos no se describirán aquí con detalle.

La arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico puede incluir o cooperar con un subsistema 140 de control de alimentación adecuadamente configurado. El subsistema 140 de control de alimentación puede estar acoplado a la BSCU 110, a los EBAC 112/114 (y/o a otros componentes del sistema 100 de freno eléctrico). En este modo de realización, el subsistema 140 de control de alimentación está adecuadamente configurado para proporcionar, aplicar, eliminar, conmutar o regular de alguna otra forma la alimentación operativa de los mecanismos de freno eléctrico y/o los accionamientos del freno eléctrico, según se necesite. Por ejemplo, el subsistema 140 de control de alimentación puede eliminar la alimentación de los EBAC 112/114 y/o de otros componentes de la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico, según se necesite para proporcionar una característica de interbloqueo del sistema 100 de freno eléctrico. Como se describe con más detalle a continuación, el subsistema 140 de control de alimentación puede ser implementado con una unidad izquierda de fuente de alimentación fuera bordo y una unidad izquierda de fuente de alimentación de a bordo, que funcionan de manera independiente para regular la alimentación operativa de los componentes de freno eléctrico izquierdo fuera bordo e izquierdo de a bordo.

La arquitectura derecha 104 del subsistema de freno eléctrico tiene una estructura que es similar a la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico (no se describirán aquí redundantemente las características, funciones y elementos comunes). Para este ejemplo de desarrollo, como se ilustra en la figura 1, la arquitectura derecha 104 del subsistema de freno eléctrico incluye: una palanca derecha 142 de aceleración, que es independiente y diferente de la palanca 106 de aceleración; una BSCU 146; un EBAC 148 de a bordo; un EBAC 150 fuera bordo; y un subsistema 152 de control de alimentación, que es independiente y diferente del subsistema 140 de control de alimentación. Los dos lados del sistema 100 de freno eléctrico reciben datos de accionamiento del freno automático desde ambas palancas 106/142 de aceleración. Alternativamente, los dos lados del sistema 100 de freno eléctrico pueden utilizar otros mecanismos independientes y diferentes de accionamiento del freno (no ilustrados en la figura 1). Estos componentes diversos de la arquitectura derecha 104 del subsistema de freno eléctrico están acoplados conjuntamente para funcionar como se ha descrito anteriormente para la arquitectura izquierda 102 del subsistema de freno eléctrico, sin embargo, el proceso del lado derecho es preferiblemente independiente del proceso del lado izquierdo.

De acuerdo con un modo de realización de un sistema de freno eléctrico para una aeronave, se dispone un mecanismo o característica de interbloqueo de frenado automático para impedir la aplicación accidental de los frenos de las ruedas. Se puede diseñar un sistema o mecanismo de control en el sistema de freno eléctrico para

implementar tal característica de interbloqueo de frenado automático. Por ejemplo, el sistema 100 de freno eléctrico puede ser configurado para dar soporte a un sistema eléctrico de interbloqueo de frenado automático.

5 La figura 2 es un diagrama que ilustra canales independientes de proceso de un sistema eléctrico de interbloqueo de frenado automático, configurado de acuerdo con un modo de realización de la invención. En particular, la figura 2 representa un canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo, un canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo, un canal izquierdo 220 de control de alimentación de a bordo, un canal izquierdo 218 de control de órdenes de frenado automático de a bordo, un canal derecho 228 de control de alimentación de a bordo, un canal derecho 226 de control de órdenes de frenado automático, un canal derecho 224 de control de alimentación de a bordo, y un canal derecho 222 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo. Estos canales de proceso pueden ser realizados en los componentes del sistema 100 de freno eléctrico, por ejemplo, en las BSCU, los EBAC, los subsistemas de control de alimentación, etc. En la práctica, cada canal de proceso puede incluir, sin limitación: componentes de hardware, elementos lógicos digitales, lógica de proceso, componentes de circuito o cualquier arquitectura, configuración o característica adecuadamente configurada. Más aún, cada canal de proceso está adecuadamente configurado para efectuar las respectivas operaciones aquí descritas.

20 Para este ejemplo, los canales izquierdos de proceso se corresponden con el proceso del lado izquierdo del sistema eléctrico de frenos, y los canales derechos de proceso se corresponden con el proceso del lado derecho del sistema eléctrico de frenos. A este respecto, los canales izquierdo y derecho de alimentación de proceso pueden ser alimentados, cada uno de ellos, por ambos módulos discretos izquierdo y derecho 202/206 de datos de los sensores TRA (una señal binaria con dos estados posibles: alto o bajo). Estos módulos discretos 202/206 de datos del sensor TRA están configurados para proporcionar datos de accionamiento del frenado automático a los canales izquierdo y derecho de proceso de alimentación. En un modo de realización de un sistema de freno eléctrico ambos módulos izquierdo y derecho 210/205 de datos digitales de los TRA (cadena de datos binarios) proporcionan datos de accionamiento del frenado automático para los canales izquierdos de proceso de órdenes.

30 El canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo y el canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo cooperan para influenciar el funcionamiento de los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo y en particular el accionamiento (o accionamientos) izquierdos del freno fuera bordo. A este respecto, el canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo y el canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo representan una configuración de control para la arquitectura izquierda fuera bordo del sistema eléctrico de frenado automático. Para este ejemplo, el canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo está adecuadamente configurado para proporcionar la alimentación operativa del accionamiento del freno eléctrico para los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo utilizando, por ejemplo, una fuente de alimentación de 130 voltios (no ilustrada en la figura 2). El canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo funciona conmutando los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo. En un modo de realización, el canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo está adecuadamente configurado para regular la alimentación operativa de un EBAC acoplado a los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo y, más específicamente, al accionamiento (o accionamientos) 231 izquierdos de freno fuera bordo, como se explica con detalle en el contexto de la figura 4 a continuación.

45 El canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo está en paralelo con el canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo. De esa manera, funciona concurrentemente e independientemente del canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo. El canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo está adecuadamente configurado para procesar las señales de control del mecanismo de freno de los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo. En un modo de realización, el canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo está configurado para generar señales de control del freno para la ejecución por un EBAC acoplado a los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo y, más específicamente, al accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo. Especialmente, las señales de control del freno son efectivas solamente cuando el accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo está provisto de la alimentación operativa adecuada. Consecuentemente, el accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo será accionado si el canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo habilita la alimentación operativa cuando la señal de control del freno ordena la aplicación de alguna fuerza de sujeción. Como contraste, el accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo permanecerá en un estado de liberación (no accionado) si el canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo inhabilita la alimentación operativa o si la señal de control del freno no ordena ninguna fuerza de sujeción.

60 En un modo de realización preferido, los canales de proceso del sistema eléctrico de frenos son sustancialmente (si no totalmente) independientes entre sí. Por ejemplo, el canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo está adecuadamente configurado para impedir el accionamiento de los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo y más específicamente el accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo, independientemente del canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo. De igual manera, el canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo está adecuadamente configurado para impedir la actuación del accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo, independientemente del canal izquierdo 216 de control de alimentación fuera bordo. Estos canales de proceso reciben diferentes tipos de datos de accionamiento a través de

5 caminos independientes, y/o desde interfaces de datos independientes. Los canales 214/218/222/226 de proceso de órdenes de frenado automático reciben datos digitales TRA desde los módulos 210/205 de datos de los sensores TRA (ilustrados solamente para el canal izquierdo 214 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo en la figura 2) y los canales 214/220/224/228 de control de alimentación reciben cada uno de ellos datos discretos desde los módulos discretos 202/206 de datos de los sensores TRA. Además, las configuraciones de control de los mecanismos izquierdos 230 de freno fuera bordo y en particular el accionamiento izquierdo 231 de freno fuera bordo, los mecanismos izquierdos 232 de freno de a bordo y en particular el accionamiento izquierdo 233 de freno de a bordo, los mecanismos derechos 234 de freno de a bordo y en particular el accionamiento derecho 235 de freno de a bordo, y los mecanismos derechos 236 de freno fuera bordo y en particular el accionamiento derecho 237 de freno fuera bordo, son sustancialmente (si no totalmente) independientes entre sí. Por ejemplo, las cuatro configuraciones de control pueden funcionar concurrentemente e independientemente entre sí o la arquitectura de control del frenado automático del lado izquierdo puede funcionar concurrentemente e independientemente de la arquitectura de control del frenado automático del lado derecho. Las tres configuraciones de control restantes representadas en la figura 2 funcionan como se ha descrito anteriormente para los canales izquierdos de proceso fuera bordo.

20 La figura 3 es una representación esquemática de una parte de un sistema eléctrico de frenos para una aeronave, configurada de acuerdo con un modo de realización de la invención. En particular, la figura 3 representa componentes de una arquitectura izquierda 300 del subsistema de freno eléctrico (como se ha mencionado anteriormente, la arquitectura derecha del subsistema de freno eléctrico tiene una estructura similar). El sistema eléctrico de frenos puede estar configurado también como se ha descrito anteriormente en el contexto de la figura 1 y la figura 2. Consecuentemente, ciertas características, componentes y funciones de la arquitectura izquierda 300 del subsistema de freno eléctrico no serán descritos aquí redundantemente.

25 La arquitectura izquierda 300 del subsistema de freno eléctrico puede incluir una BSCU 308, una unidad 314 de fuente de alimentación del freno eléctrico fuera bordo (EBPSU), una EBPSU 328 de a bordo, un EBAC 316 fuera bordo, un EBAC 330 de a bordo, y uno o más mecanismos 321 de freno fuera bordo que incluyen al menos un accionamiento izquierdo 322 de freno fuera bordo, y uno o más mecanismos 337 de freno de a bordo que incluyan al menos un accionamiento izquierdo 336 de freno de a bordo. La arquitectura 300 del subsistema está adecuadamente configurada para recibir o procesar datos de accionamiento del frenado automático desde el módulo izquierdo 306 de datos digitales de los sensores TRA, del módulo derecho 307 de datos digitales de los sensores TRA, del módulo derecho 302 de datos discretos de los sensores TRA, del módulo izquierdo 304 de datos discretos de los sensores TRA o desde otro módulo (o módulos) de datos del sensor (o sensores) de accionamiento del frenado automático, no ilustrados en la figura 3.

35 La BSCU 308 está generalmente configurada como se ha descrito anteriormente para la BSCU 110. La BSCU 308 puede incluir un módulo 312 de decisión de interbloqueo de frenado automático fuera bordo, un módulo 310 de control de órdenes del frenado automático fuera bordo, un módulo 324 de control de órdenes del frenado automático de a bordo, y un módulo 326 de decisión de interbloqueo del frenado automático de a bordo. En este ejemplo, ambos módulos izquierdo y derecho 302/304 de datos discretos de los sensores TRA hacen disponibles los datos discretos de accionamiento del frenado automático de los TRA para cada módulo 312/326 de decisión de interbloqueo de frenado automático fuera bordo y de a bordo. Los módulos izquierdo y derecho 306/307 de datos digitales de los sensores de los TRA hacen disponibles los datos digitales para cada módulo 310/324 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo y de a bordo.

40 Cada módulo 312/326 de decisión de interbloqueo de frenado automático procesa los datos de accionamiento del frenado automático y genera, como respuesta a los datos de accionamiento de frenado automático, una respectiva señal de control de habilitación/inhabilitación para una fuente de alimentación (por ejemplo, una EBPSU) de un mecanismo de freno. En este caso, el módulo 312 de decisión de interbloqueo fuera bordo genera una señal de control de habilitación/inhabilitación para la EPBSU 314 fuera bordo, mientras que el módulo 326 de decisión de interbloqueo de frenado automático de a bordo genera otra señal de control de habilitación/inhabilitación para la EBPSU 328 de a bordo. Por ejemplo, si los datos de accionamiento del frenado automático indican una condición de aplicación del frenado automático, cada módulo 312/326 de decisión de interbloqueo de frenado automático habilitará independientemente la alimentación operativa a sus respectivos mecanismos de freno. Según se usa aquí, una "condición de aplicación del frenado automático" significa cualquier estado operativo, estado o configuración de la aeronave que tiene como objetivo dar como resultado la aplicación de los frenos automáticos. Por ejemplo, una condición de aplicación del frenado automático puede ser el resultado de: colocar todas las palancas de aceleración en una posición de reposo; disminuir la aceleración de la aeronave por debajo del umbral de aceleración, activación de un modo de frenado automático; o similar. Por otra parte, si los datos de accionamiento del frenado automático no indican una condición de aplicación del frenado automático, cada módulo 312/326 de decisión de interbloqueo de frenado automático inhabilitará independientemente la alimentación operativa para sus respectivos mecanismos. Esta característica impide la aplicación accidental del frenado automático, que podría ocurrir en otro caso si se propagase una orden errónea de frenado automático a través de la arquitectura izquierda 300 del subsistema de freno eléctrico.

65 Cada módulo 312/326 de decisión de interbloqueo de frenado automático puede ser realizado por hardware

utilizando puertas lógicas digitales y circuitos relacionados que procesen los datos de accionamiento del frenado automático, para generar las respectivas señales de control de habilitación/inhabilitación, como se explica en el contexto de la figura 4 a continuación. A este respecto, una señal de control de habilitación/inhabilitación puede ser una señal binaria de control que tenga una lógica de estados alto y bajo. Las EBPSU 314/328 responden a las respectivas señales de control de habilitación/inhabilitación de una manera apropiada.

Aunque en este modo de realización el control izquierdo 310 de órdenes de frenado automático fuera bordo está adecuadamente configurado para generar las respectivas señales de órdenes de accionamiento del freno, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático, el control 324 de órdenes de frenado automático puede ser configurado también adecuadamente para generar las respectivas señales de órdenes de accionamiento del freno como respuesta al accionamiento del frenado automático. Aquí, el módulo 310 de control de órdenes de frenado automático fuera bordo genera las señales de órdenes de accionamiento del freno para un EBAC 316 fuera bordo, lo cual controla a su vez el mecanismo 321 de freno fuera bordo y más específicamente el accionamiento izquierdo 322 de freno fuera bordo, mientras que el control 324 de órdenes de frenado automático de a bordo genera señales de órdenes independientes de accionamiento del freno para el EBAC 330, que a su vez controla los mecanismos 337 de freno de a bordo y más específicamente el accionamiento 336 de freno de a bordo. En la práctica, las señales de control del mecanismo de frenos influyen la actuación de los accionamientos del freno eléctrico en los mecanismos de freno (es decir, el porcentaje de la fuerza de sujeción total impartida por los accionamientos del freno eléctrico). Por ejemplo, una señal de órdenes de accionamiento del freno puede ordenar que los accionamientos del freno eléctrico liberen o que no apliquen ninguna fuerza de sujeción, puede ordenar que los accionamientos del freno eléctrico apliquen una fuerza de sujeción total, o puede ordenar que los accionamientos del freno eléctrico apliquen alguna fuerza intermedia de sujeción.

El módulo 312 de decisión de interbloqueo de frenado automático fuera bordo y control 310 de órdenes de frenado automático fuera bordo funcionan concurrentemente (pero independientemente) sobre los datos de accionamiento del frenado automático. De igual manera, el módulo 326 de decisión de interbloqueo de frenado automático de a bordo y el control 324 de órdenes de frenado automático de a bordo operan concurrentemente (pero independientemente) sobre los datos de accionamiento del frenado automático. La segregación de las arquitecturas de proceso de esta manera mejora la fiabilidad y robustez del sistema eléctrico de interbloqueo de frenado automático.

En este modo de realización, la BSCU 308 controla las EBPSU 314/328 para habilitar/inhabilitar los accionamientos 322/336 de freno según se necesite. Cada EBPSU 314/328 está configurada para proporcionar la tensión operativa a su respectivo EBAC 316/330. Como se ha mencionado anteriormente con relación a la figura 2, la tensión operativa nominal del EBAC para este modo de realización es de alrededor de 130 voltios. Así, las EBPSU pueden habilitar/inhabilitar los accionamientos de freno proporcionando/retirando esta tensión de alimentación de 130 voltios a los EBAC.

La EBPSU 314 fuera bordo puede emplear un camino 320 de alimentación del accionamiento y un camino 318 de órdenes del accionamiento. El camino 320 de alimentación del accionamiento representa una estructura, un canal, o una arquitectura configurada para proporcionar la alimentación operativa desde la EBPSU fuera bordo a los mecanismos izquierdos 322 de freno fuera bordo. El camino 318 de órdenes del accionamiento representa una estructura, un canal, o una arquitectura configurada para procesar y transferir las señales de control del frenado automático desde la BSCU 308 a los mecanismos 321 de freno fuera bordo. El EBAC 330 de a bordo incluye también los caminos de órdenes del accionamiento y de alimentación del accionamiento, configurados de forma similar. En este ejemplo, estos cuatro caminos están separados y son independientes entre sí.

La figura 4 es una representación esquemática de un sistema eléctrico de interbloqueo de frenado automático de una parte (izquierda fuera bordo) de una arquitectura 400 del subsistema de freno eléctrico para una aeronave, configurada de acuerdo con un modo de realización de la invención. Para el desarrollo de este ejemplo, la arquitectura 400 del subsistema incluye generalmente: un sistema 438 generador de datos de accionamiento del frenado automático, un canal 466 de proceso del control de la alimentación, un canal 472 de proceso de órdenes de frenado automático, una BSCU 446, un EBAC 464 y un accionamiento 474 de freno. La arquitectura 400 del subsistema puede ser configurada también como se ha descrito anteriormente en el contexto de las figuras 1 - 3. Consecuentemente, ciertas características, componentes y funciones de la arquitectura 400 del subsistema no serán descritos aquí redundantemente.

El sistema 438 generador de datos de accionamiento del frenado automático incluye generalmente: una palanca derecha 402 de aceleración, una palanca izquierda 416 de aceleración, una unidad 405 de proceso de propulsión, un interfaz derecho 432 de red (RNI) que incluye un conmutador 436 de datos de TRA, un interfaz izquierdo 433 de red (LNI) que incluye un conmutador izquierdo 422 de datos de TRA. La arquitectura 400 del subsistema está adecuadamente configurada para recibir o procesar datos de accionamiento del frenado automático desde los interfaces derechos 406/408 de sensores TRA a través del RNI 432, datos de accionamiento del frenado automático desde los interfaces izquierdos 420/422 de sensores TRA a través del LNI 433, y entradas de órdenes de accionamiento del freno desde un interfaz 439 de red.

Las palancas 402/416 de aceleración están configuradas para proporcionar una entrada a la unidad 405 de proceso de la propulsión con el fin de proporcionar una entrada al subsistema 400 de freno eléctrico, como se ha explicado en el contexto de la figura 1 anterior.

5 La unidad 405 de proceso de la propulsión está configurada para proporcionar las entradas de TRA al RNI/LNI 432/433 a través del bus 430 de la red eléctrica de la aeronave. Se desea alimentación a los frenos para habilitar el frenado automático siempre que los valores de los sensores TRA 405/407 y 419/421 indiquen reposo (Valores de TRA por debajo de un valor umbral). En otro caso, no se proporciona alimentación a los frenos de manera que produzca el interbloqueo/inhabilitación del frenado automático.

10 Los RNI/LNI 432/433 proporcionan valores de los sensores izquierdos TRA y valores de los sensores derechos TRA a la BSCU 446. Para proteger contra el frenado accidental (es decir, datos de error), cada RNI/LNI 432/433 recibe dos posiciones digitales de TRA desde la unidad 405 de propulsión. Por ejemplo, el RNI derecho 432 recibe valores digitales redundantes de los TRA derechos. El RNI derecho 432 hace de pasarela para el primer valor válido disponible entre las copias redundantes de los valores digitales de los TRA derechos y el LNI 433 hace de pasarela para el primer valor válido disponible entre las copias redundantes de los valores digitales de los TRA izquierdos. Cada RNI/LNI 432/433 efectúa entonces una conversión digital a analógica (no ilustrada en la figura 4) basada en una señal digital discreta que indica si su respectivo acelerador está "En reposo" o "Avanzado" para obtener una señal analógica discreta (alta/baja) de salida adecuada para el funcionamiento del canal 466 de proceso de control de la alimentación y en particular de la BSCU 446. El LNI/RNI proporciona los valores de señal alto/bajo de los TRA izquierdos y derechos a la BSCU 446 y en particular al módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático.

25 Se proporciona un valor alto de la señal TRA al canal 466 de proceso de control de la alimentación a través de los conmutadores 436/442 de datos de TRA. Especialmente, los conmutadores 436/442 de datos de TRA se ilustran en una posición abierta en un ejemplo de modo de realización de la figura 4, que indica que los valores de los sensores de TRA no están en reposo. Cuando los valores de los sensores de TRA indican un estado de reposo, los conmutadores 436/442 de datos de TRA se cierran. A este respecto, basándose en los valores de los sensores de TRA de reposo/no reposo, el canal de proceso de la alimentación controla la fuente de alimentación de los frenos, como se explica a continuación.

35 El canal 466 de proceso de control de la alimentación puede incluir generalmente un módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático y una EBPSU 462. El canal 466 de proceso de control de la alimentación puede ser realizado en los componentes de la arquitectura 400 del subsistema de freno eléctrico, por ejemplo la BSCU 446 y el EBAC 464.

40 El módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático puede ser realizado por hardware utilizando las puertas lógicas digitales y circuitos relacionados que procesan los datos de accionamiento del frenado automático, para generar las respectivas señales de control de habilitación/inhabilitación. El módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático proporciona una señal de control de habilitación/inhabilitación de la alimentación a la EBPSU 462 basándose en los valores de los sensores de TRA. En este ejemplo de modo de realización, el módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático incluye una puerta OR 452, un módulo 460 de habilitación/inhabilitación del frenado automático y una señal 458 de habilitación/inhabilitación de control de la alimentación. La EBPSU 462 responde a la respectiva señal 458 de control de la habilitación/inhabilitación de la alimentación de la manera que se describe aquí. El módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático recibe dos señales de entrada 454/456 (alto lógico y bajo lógico) desde el RNI/LNI 432/433 como se ha explicado anteriormente. La señal 454 de entrada informa si la palanca izquierda 416 de empuje está "Avanzada" o "En reposo" y la señal 456 de entrada informa si la palanca derecha 402 de empuje está "Avanzada" o "En reposo". Al menos una de las señales 454/456 de entrada tiene que indicar "En reposo" con el fin de que la BSCU 446 y en particular el módulo 460 de habilitación/inhabilitación del frenado automático entregue una señal 458 de habilitación de la alimentación a la EBPSU 462 para activar el EBAC 464 (a este respecto, se asegura la disponibilidad de la función de frenado automático en un motor). En otro caso, el módulo 460 de habilitación/inhabilitación del frenado automático entrega una señal 458 de inhabilitación de la alimentación a la EBPSU 462 para impedir que la alimentación del accionamiento alcance el EBAC y en particular para inhabilitar el accionamiento 474 del freno. A este respecto, el canal 466 de proceso de control de la alimentación proporciona la arquitectura necesaria para proteger contra un solo fallo que podría dar como resultado la aplicación accidental del frenado automático independientemente del canal 472 de proceso de la orden de frenado automático.

60 El canal 472 de proceso de la orden de frenado automático puede incluir generalmente un módulo 468 de control de órdenes del frenado automático. El canal 472 de proceso de la orden de frenado automático puede ser realizado en los componentes de la arquitectura 400 del subsistema de freno eléctrico, por ejemplo, la BSCU 446 y el EBAC 464.

65 El módulo 468 de control de órdenes del frenado automático, independientemente (pero concurrentemente) del módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático, recibe datos de accionamiento del frenado automático desde el interfaz 439 de red digital, determina si se cumplen las condiciones de aplicación del frenado automático, tales como ausencia de averías en el sistema de frenado y palancas de aceleración en la posición de

5 reposo, y genera señales de control del freno como respuesta a los datos recibidos para el accionamiento del frenado automático. Si los datos del accionamiento del frenado automático no indican que se cumplen las condiciones de aplicación del frenado automático, el módulo 468 de control de órdenes del frenado automático generará una orden de alrededor de un 0% de la fuerza de sujeción (es decir, no se aplican los frenos). Así, si se ordena accidentalmente el frenado automático por el módulo 468 de control de órdenes del frenado automático, y el módulo 448 de decisión de interbloqueo del frenado automático entrega una señal de inhabilitación de la alimentación, el módulo 468 de control de órdenes del frenado automático no activará los frenos.

10 En pocas palabras, la arquitectura 400 del subsistema de freno eléctrico hace uso de los datos de los TRA derechos y de los datos de los TRA izquierdos disponibles en la red 430 de la aeronave para producir señales de control de habilitación/inhabilitación de interbloqueo de frenado automático, de la manera descrita anteriormente. A este respecto, el canal 466 de proceso de control de la alimentación y el canal 472 de proceso de la orden de frenado automático funcionan concurrentemente (pero independientemente) para la aplicación de habilitación/inhabilitación del frenado automático, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático, utilizando un proceso que se explica a continuación.

15 La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso 500 de interbloqueo de frenado automático eléctrico adecuado para uso en conexión con un sistema de freno eléctrico de una aeronave. Las diversas tareas realizadas con respecto al proceso 500 pueden ser realizadas por software, hardware, firmware o cualquier combinación de los mismos. Para fines ilustrativos, la siguiente descripción del proceso 500 puede hacer referencia a los elementos mencionados anteriormente en conexión con las figuras 1 - 4. En modos de realización de la invención, partes del proceso 500 pueden ser realizadas por elementos diferentes del sistema descrito, por ejemplo, una BSCU, un EBAC, una EBPSU o similares. Debe apreciarse que el proceso 500 puede incluir cualquier número de tareas adicionales o alternativas, que las tareas ilustradas en la figura 5 no necesitan ser realizadas en el orden ilustrado, y que el proceso 500 puede ser incorporado en un procedimiento o proceso más exhaustivo que tenga una funcionalidad adicional no descrita aquí con detalle.

20 En conexión con el proceso 500 de interbloqueo de frenado automático eléctrico, el sistema eléctrico de frenado automático recibe y procesa datos de accionamiento del frenado automático (tarea 502) de una manera continua o muestreada rápidamente. La figura 5 representa dos ramas de proceso que tienen lugar concurrentemente durante el proceso 500. En el lado izquierdo de la figura 5 se muestra una rama 504 de proceso de interbloqueo de alimentación, y en el lado derecho de la figura 5 se muestra una rama 506 de proceso de órdenes de frenado automático. La rama 504 de proceso de interbloqueo de alimentación analiza los datos de accionamiento de frenado automático y en particular los datos discretos de los sensores TRA para determinar si indican una condición de aplicación del frenado automático (tarea de petición 508). Si es así, el proceso genera una señal de control de "habilitación de la fuente de alimentación" (tarea 510) que habilita una fuente de alimentación de los mecanismos de freno y en particular de los accionamientos del freno eléctrico (tarea 512). En otras palabras, los mecanismos de freno podrán responder a las señales de control del freno. En este ejemplo, el proceso 500 controla una EBPSU para conectar su fuente de alimentación operativa de forma que se proporcione la alimentación operativa a los EBAC acoplados a la EBPSU. A su vez, los EBAC proporcionan la alimentación operativa a los mecanismos de freno y en particular a los accionamientos del freno eléctrico.

30 Si la tarea de petición 508 no indica una condición de aplicación del frenado automático, el proceso 500 de interbloqueo de frenado automático eléctrico regulará la alimentación operativa de los mecanismos de freno para inhabilitar los accionamientos de freno. A este respecto, el proceso 500 genera una señal de control de "inhabilitación de la fuente de alimentación" (tarea 514) que inhabilita la fuente de alimentación de los mecanismos de freno (como resultado, el proceso 500 elimina la alimentación operativa de los accionamientos de freno - tarea 516). En otras palabras, siempre que no reúna la condición de aplicación del frenado automático, los accionamientos del freno no podrán responder a ninguna señal de control del freno, porque les falta suficiente alimentación operativa. En este ejemplo, el proceso 500 controla una EBPSU para desconectar su alimentación operativa y eliminarla de los EBAC acoplados a la EBPSU. A su vez, los EBAC ya no proporcionan la alimentación operativa a los mecanismos de freno.

35 Concurrentemente ( e independientemente) de la rama 504 de proceso de interbloqueo de alimentación, la rama 506 de proceso de órdenes de frenado automático procesa los datos de accionamiento del frenado automático y en particular los datos digitales de TRA (tarea 518). Si los datos de accionamiento del frenado automático indican una condición de aplicación del frenado automático (tarea de petición 520), el proceso 500 genera una orden de control del accionamiento del freno como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático (tarea 522) en un intento de controlar el accionamiento del mecanismo de freno. En otras palabras, la orden de control del accionamiento del freno ordenará a los accionamientos de freno que actúen en una magnitud designada, dando como resultado una cierta fuerza de sujeción del freno. En otras palabras, la orden de control de accionamiento del freno controla los mecanismos de freno y en particular los accionamientos del freno para liberar o no aplicar ninguna fuerza de sujeción. Si los datos de accionamiento del frenado automático no indican una condición de aplicación del frenado automático (tarea de petición 520), la orden de control del accionamiento de frenos no será generada en un intento de impedir la actuación de los accionamientos de freno (tarea 524). Como se ha mencionado anteriormente, estas órdenes de accionamiento del freno serán ineficaces si la rama 504 de proceso de interbloqueo de

5 alimentación ha eliminado la alimentación operativa de los mecanismos de freno. En otras palabras, el proceso 500 proporciona el control del accionamiento del mecanismo de frenos y en particular de los accionamientos del freno eléctrico, si suceden las dos acciones siguientes: se proporciona la alimentación operativa para habilitar los accionamientos del freno eléctrico, y se ordena el control del accionamiento del freno como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático que indican una condición de aplicación del frenado automático (número de referencia 256).

10 En resumen, un sistema eléctrico de interbloqueo de frenado automático como se ha descrito aquí utiliza una arquitectura de control del frenado automático que tiene un camino de interbloqueo del frenado automático basado en hardware y que proporciona un control de la conexión/desconexión de la alimentación operativa de los mecanismos de freno, y en particular de los accionamientos del freno, y un camino de proceso basado en software que genera las órdenes de control del accionamiento del freno para los mecanismos del freno. Con este enfoque, la probabilidad de la aplicación del frenado automático no ordenado es la probabilidad de que fallen tanto el interbloqueo de hardware y el control por software, que es muy baja en desarrollos prácticos. Los únicos componentes que son comunes son los motores de accionamiento del frenado automático y el control de los motores (que no es probable que den órdenes ellos mismos) y la fuente de datos digitales TRA.

20 Aunque se ha presentado al menos un ejemplo de modo de realización en la descripción detallada precedente, debe apreciarse que existen un gran número de variaciones. Debe apreciarse también que el ejemplo de modo de realización o de modos de realización aquí descritos no pretenden limitar el alcance, ámbito de aplicación o configuración de la invención en modo alguno. En lugar de eso, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la técnica un mapa de ruta conveniente para implementar el modo de realización o modos de realización descritos. Debe entenderse que se pueden hacer diversos cambios en la función y disposición de los elementos sin apartarse del alcance de la invención, donde el alcance de la invención está definido por las reivindicaciones, que incluye equivalentes conocidos y equivalentes previsibles en el momento de presentar esta solicitud de patente.

**REIVINDICACIONES**

1. Una disposición de control para un interbloqueo de frenado automático en un sistema de freno eléctrico de una aeronave, **caracterizada** la disposición de control **por**:
- 5 una arquitectura (504) de control de la alimentación del accionamiento del frenado automático, configurada para habilitar/inhabilitar la alimentación operativa de un mecanismo de frenos del sistema de freno eléctrico; y una arquitectura (506) de órdenes de accionamiento de frenado automático en paralelo con la arquitectura de control de la alimentación de accionamientos del frenado automático, estando configurada la arquitectura (506) de órdenes de accionamiento de frenado automático para procesar órdenes de mecanismo de frenos para el mecanismo de frenos;
- 10 siendo capaz la arquitectura (504) de control de la alimentación del accionamiento del frenado automático de impedir el accionamiento del mecanismo de frenos independientemente de la arquitectura de órdenes de accionamiento del frenado automático; y
- 15 siendo capaz la arquitectura (506) de órdenes de accionamiento de frenado automático de impedir el accionamiento del mecanismo de frenos independientemente de la arquitectura de control de la alimentación del accionamiento del frenado automático.
2. Una disposición de control según la reivindicación 1, en la que la arquitectura (504) de control de la alimentación del accionamiento del frenado automático comprende un módulo (508) de decisión de interbloqueo configurado para procesar datos (507) de accionamiento del frenado automático y para generar, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático, una señal (510, 514) de control de habilitación/inhabilitación de una fuente de alimentación del mecanismo de frenos.
- 20 3. Una disposición de control según la reivindicación 2, en la que los datos de accionamiento de frenado automático comprenden:
- 25 datos (306) de sensores izquierdos del ángulo de resolución de aceleración (TRA) y datos (307) de los sensores derechos de TRA.
- 30 4. Una disposición de control según la reivindicación 2, en la que el módulo (508) de decisión de interbloqueo está configurado para habilitar (510) la alimentación operativa del mecanismo de frenos cuando los datos de accionamiento del frenado automático indican una condición de aplicación del frenado automático.
- 35 5. Una disposición de control según la reivindicación 1, en la que:
- 40 el sistema de freno eléctrico comprende un control del accionamiento del freno eléctrico acoplado al mecanismo de frenos; y la arquitectura (504) de control de la alimentación del accionamiento del frenado automático está configurada para regular la alimentación operativa del control del accionamiento del freno eléctrico.
- 45 6. Una disposición de control según la reivindicación 1, en la que la arquitectura (506) de órdenes de accionamiento de frenado automático comprende un control de órdenes del frenado automático configurado para generar (522) las órdenes del mecanismo de frenos como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático.
7. Una arquitectura de control según la reivindicación 6, en la que los datos de accionamiento del frenado automático comprenden:
- 50 datos (306) de sensores izquierdos del ángulo de resolución de aceleración (TRA) y datos (307) de los sensores derechos de TRA.
8. Una arquitectura de control según la reivindicación 6, en la que:
- 55 el sistema de freno eléctrico comprende un control de accionamiento del freno eléctrico acoplado al mecanismo de frenos; y el control de órdenes del frenado automático está configurado para generar (528) las órdenes del mecanismo de frenos para su ejecución por el control de accionamiento del freno eléctrico.
- 60 9. Un método para proporcionar un interbloqueo del frenado automático para un sistema de freno eléctrico de una aeronave, teniendo el sistema de freno eléctrico un mecanismo de frenos, estando caracterizado el método por:
- 65 (a) recibir (502) datos de accionamiento del frenado automático;
- (b) procesar (507) los datos de accionamiento del frenado automático, donde los datos de accionamiento del frenado automático comprenden datos discretos del ángulo de resolución de aceleración (TRA);
- (c) si los datos discretos de TRA no indican una condición de aplicación del frenado automático, regular (514) la alimentación operativa del mecanismo de frenos, para inhabilitar temporalmente el mecanismo de frenos;

concurrentemente e independientemente de (b) y (c):

(e) procesar (518) los datos de accionamiento del frenado automático, donde los datos de accionamiento del frenado automático incluyen datos digitales de TRA;

5 (f) si los datos digitales de TRA no indican la condición de aplicación del frenado automático, impedir (524) la generación de una orden de control del accionamiento de frenado automático; y  
(g) impedir el accionamiento del mecanismo de frenos.

10. Un método según la reivindicación 9, en el que:

10 el sistema de freno eléctrico comprende accionamientos del freno eléctrico acoplados al mecanismo de frenos; y  
la regulación de la alimentación operativa del mecanismo de frenos comprende la eliminación (516) de la alimentación operativa de los accionamientos del freno eléctrico.

15 11. Un método según la reivindicación 10, que comprende además el control de los accionamientos del freno eléctrico, como respuesta a la detección (508, 520) de la condición de accionamiento del frenado automático si:

20 (h) se proporciona la alimentación operativa (512) para habilitar los accionamientos del freno eléctrico;  
(i) se genera (526) la orden de control del accionamiento del freno y  
(j) se recibe (528) la orden de control del accionamiento del freno por los accionamientos del freno eléctrico.

12. Un método según la reivindicación 10, en el que los datos discretos de TRA generan (510, 514) una señal de control de habilitación/inhabilitación para regular la alimentación operativa.

25 13. Un sistema (400) de interbloqueo del frenado automático eléctrico para una aeronave, comprendiendo el sistema de interbloqueo del frenado automático eléctrico:

30 un primer mecanismo de frenos para una primera rueda de la aeronave; y  
una primera arquitectura de control del frenado automático acoplada al primer mecanismo de frenos, estando **caracterizada** la primera arquitectura de control del frenado automático **por**:

35 un primer control (468, 520) de órdenes del frenado automático, configurado para generar señales de órdenes de mecanismo de frenos para el primer mecanismo de frenos, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático; y

40 un primer mecanismo (448) de interbloqueo del frenado automático configurado para regular la alimentación operativa del primer mecanismo de frenos, como respuesta a los datos (502, 507) de accionamiento del frenado automático, concurrentemente con el funcionamiento del primer control de órdenes del frenado automático e independientemente del primer control (468, 520) de órdenes del frenado automático; donde  
el primer mecanismo (448) de interbloqueo del frenado automático reside en una arquitectura (504, 460) de control de alimentación del accionamiento del frenado automático, que está configurada para habilitar/inhabilitar la alimentación operativa del primer mecanismo de frenos; y  
el primer control (468, 520) de órdenes del frenado automático reside en una arquitectura (506) de órdenes de accionamiento de frenado automático que está en paralelo con la arquitectura (504) de control de la alimentación del accionamiento del frenado automático,  
45 estando configurada la arquitectura de órdenes de accionamiento de frenado automático para procesar las señales de control de mecanismo de frenos del primer mecanismo de frenos.

50 14. Un sistema según la reivindicación 13, que comprende además:

un segundo mecanismo de frenos para una segunda rueda de una aeronave, y  
una segunda arquitectura de control del frenado automático acoplada al segundo mecanismo de frenos, comprendiendo la segunda arquitectura de control del frenado automático:

55 un segundo control de órdenes del frenado automático configurado para generar señales de órdenes de mecanismo de frenos para el segundo mecanismo de frenos, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático; y

60 un segundo mecanismo de interbloqueo de frenado automático configurado para regular la alimentación operativa del segundo mecanismo de frenos, como respuesta a los datos de accionamiento del frenado automático, concurrentemente con el funcionamiento del segundo control de órdenes del frenado automático e independientemente del segundo control de órdenes del frenado automático.

65 15. Un sistema según la reivindicación 14, en el que la segunda arquitectura de control del frenado automático funciona concurrentemente e independientemente de la primera arquitectura de control del frenado automático.

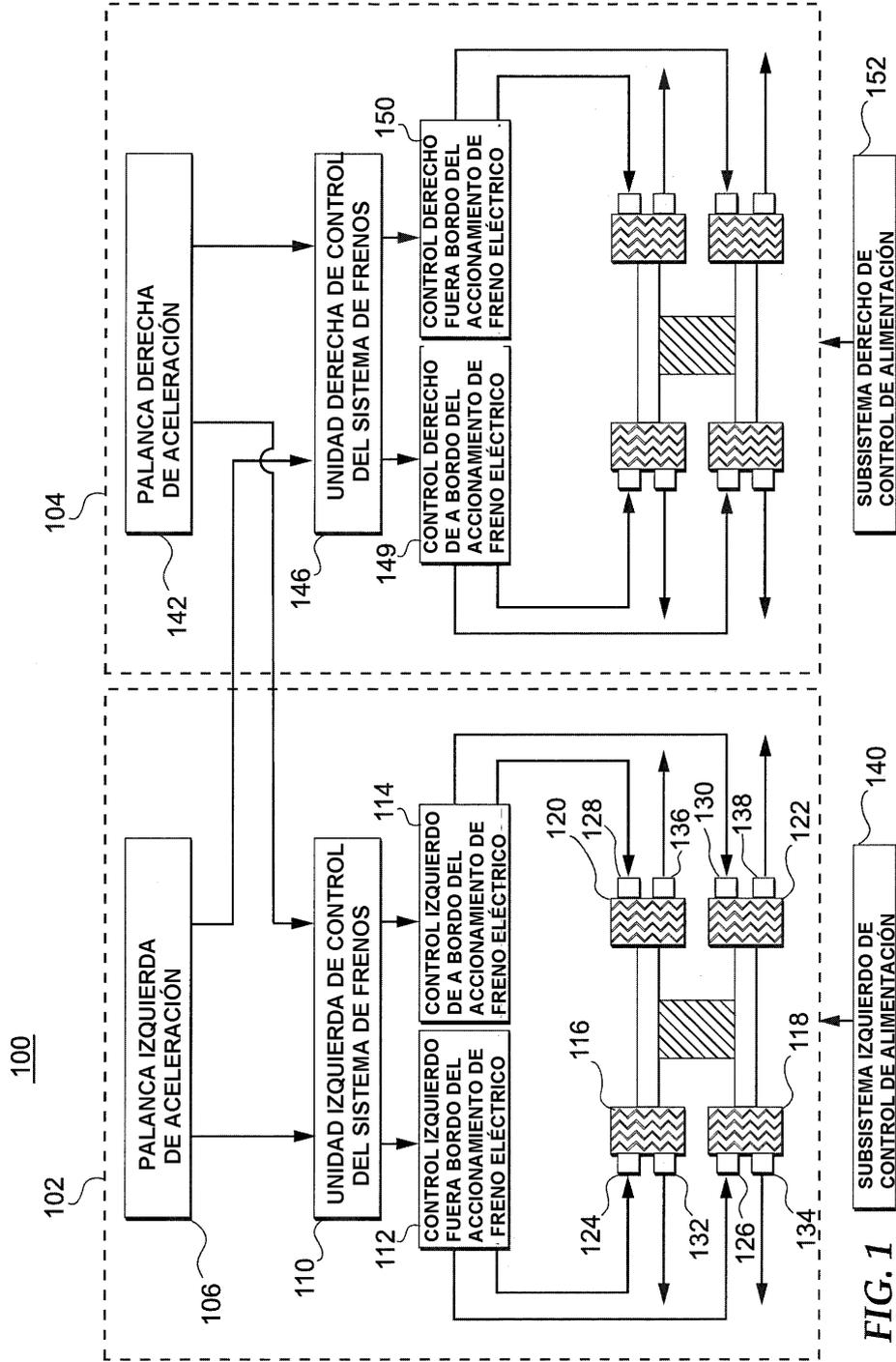
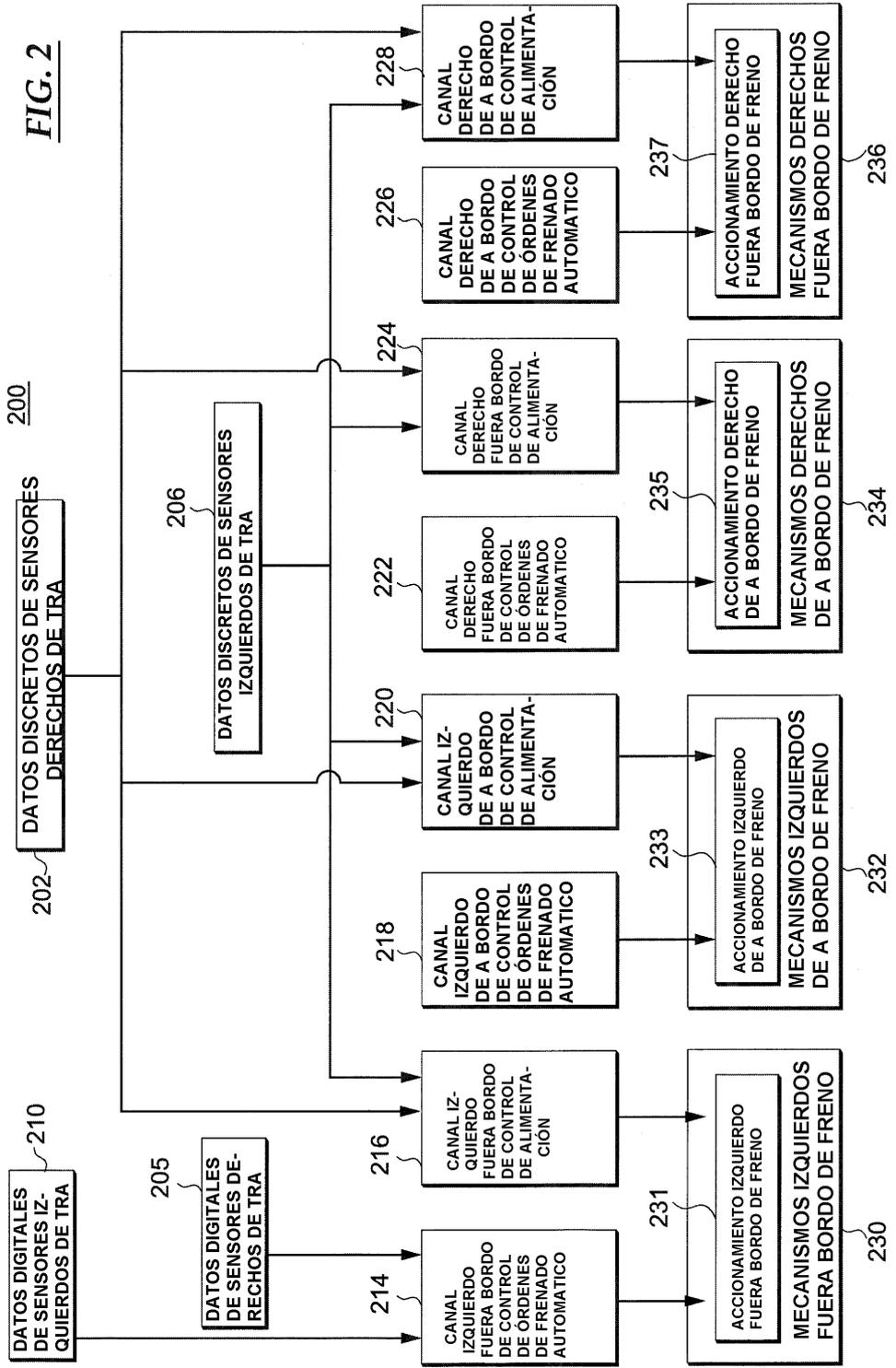


FIG. 1



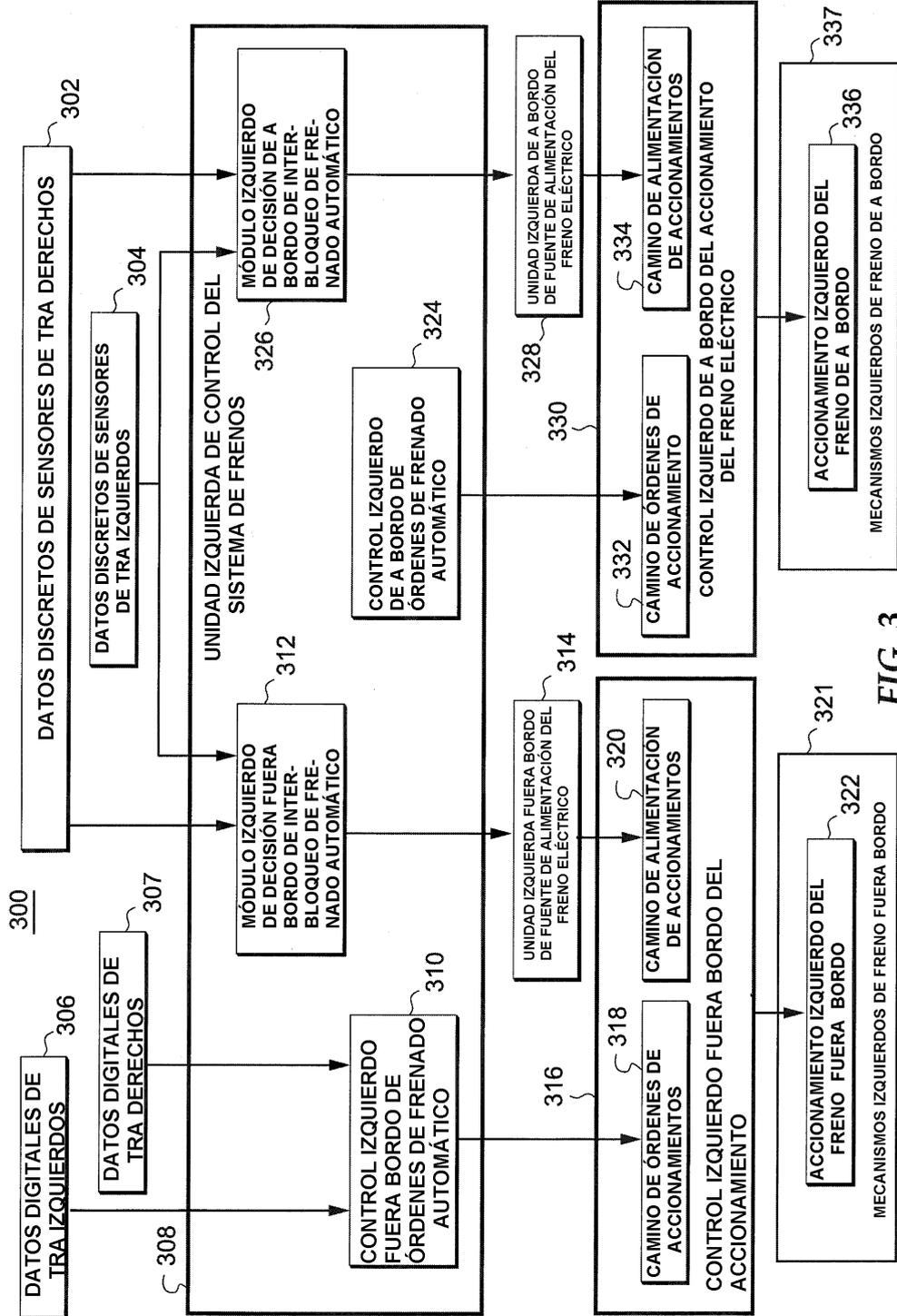


FIG. 3

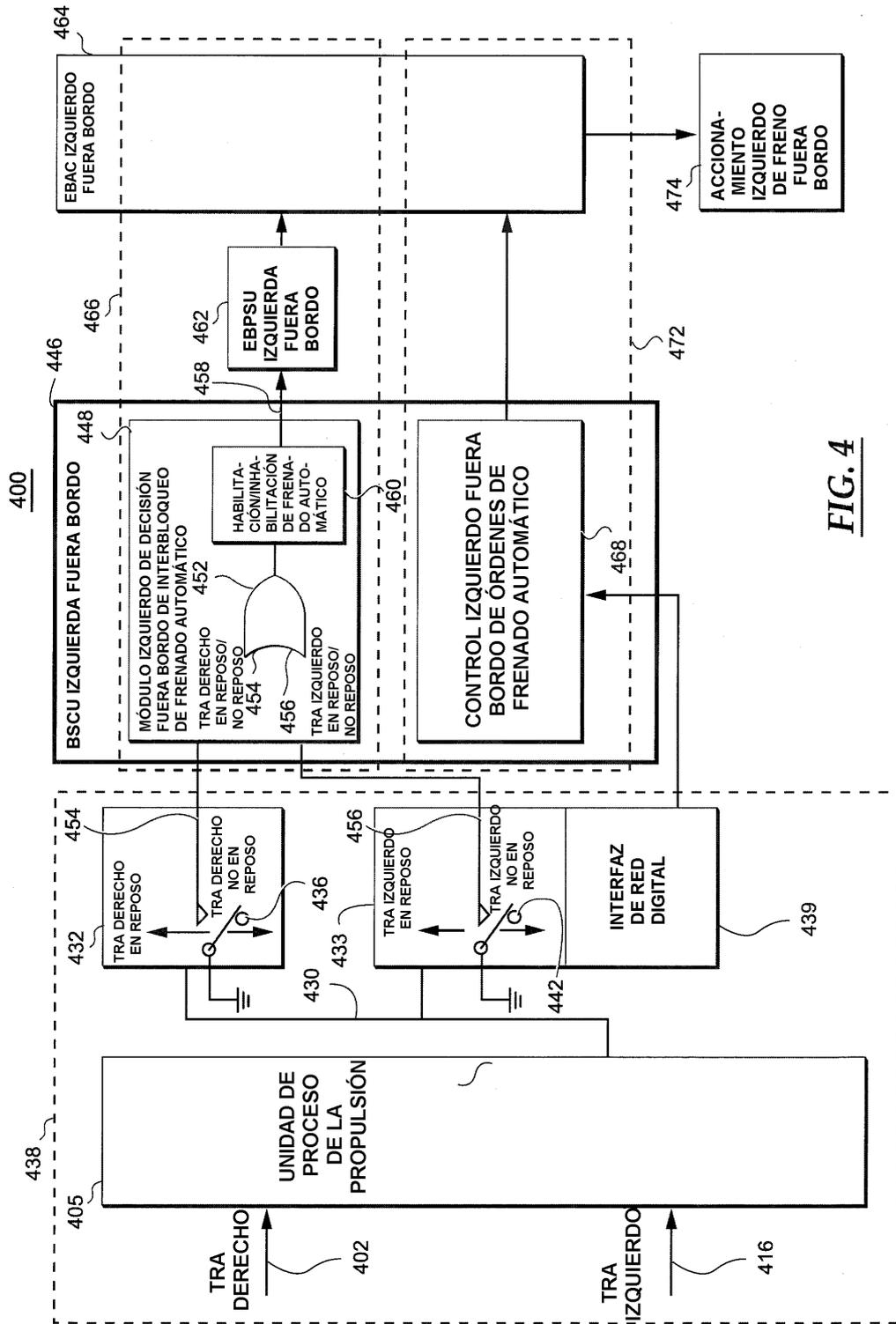


FIG. 4

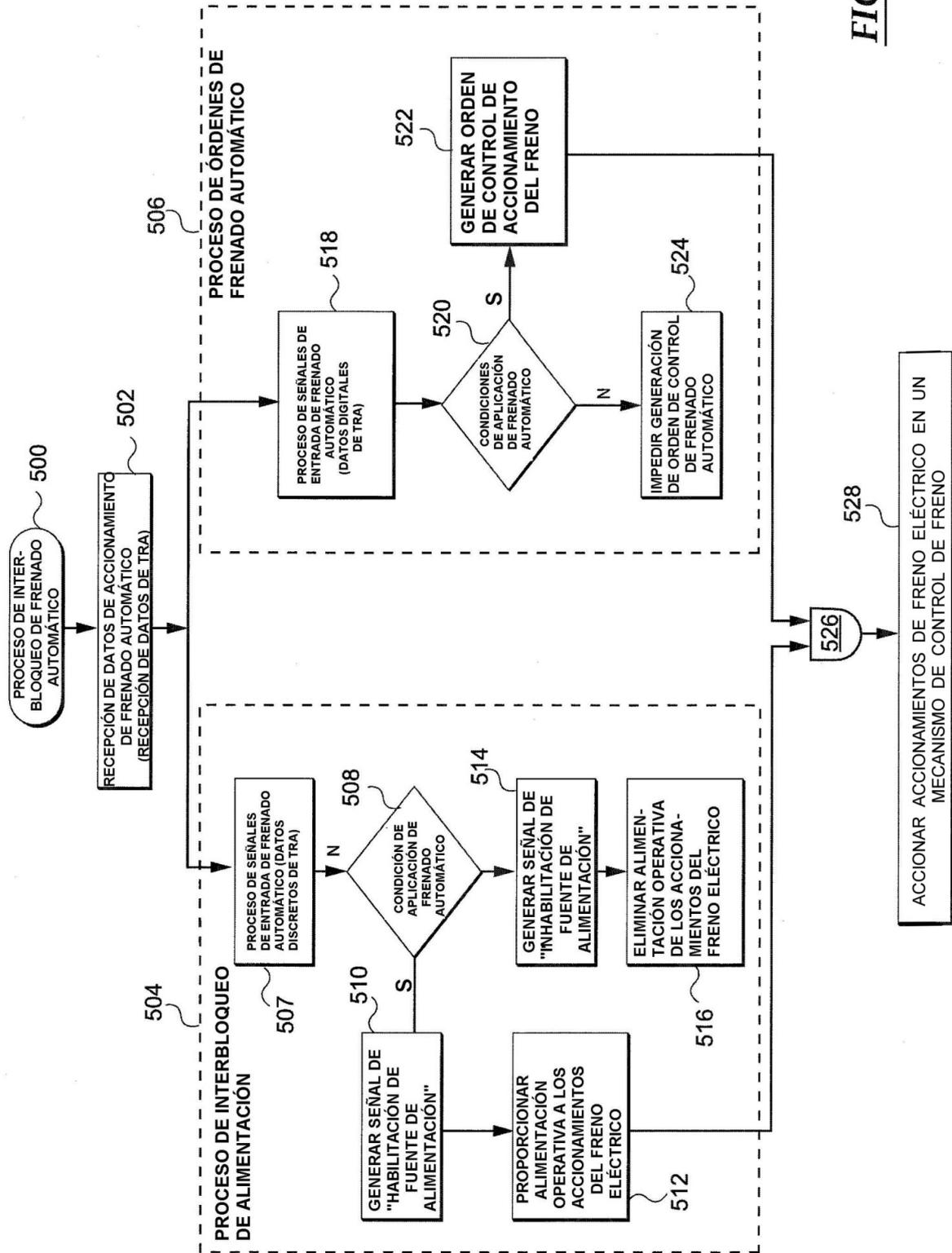


FIG. 5